

FELDMESSEN

Information für Eltern



Wolf Altemüller

Feldmessen

Information für Eltern

Alle Rechte beim Autor und der Pädagogischen Forschungsstelle
beim Bund der Freien Waldorfschulen Stuttgart - 2016

Liebe Eltern

Wenn Sie diese kleine Schrift vor sich haben, haben Sie vermutlich eine Tochter oder einen Sohn in der 10. Klasse einer Waldorfschule und eine mehrtägige Feldmess-Exkursion steht bevor. Und plötzlich stehen Sie vor einer Fülle von Fragen: Warum Feldmessen - was soll das? Was ist der Sinn dieser Sache? Kann man das nicht auch zu Hause machen (weniger Aufwand – weniger Kosten)? Warum müssen das 10 bis 14 Tage sein – kann man das nicht auch in einer Woche lernen? Und so weiter! Die folgenden Schilderungen sollen Ihnen helfen, ein wenig nachzuspüren, wie die Klasse in diesen Tagen in der Gemeinschaft und bei den Messungen etwas erleben kann, was jedem einzelnen ermöglicht „neue Maßstäbe“ zu setzen und manches neu zu ordnen.

Ankunft

Die Unterkunft für die Klasse befindet sich idealerweise im Messgelände. Dorthin bringt ein Bus die ganze Mannschaft mitsamt ihrem Gepäck und allen für die Vermessung notwendigen Utensilien.

Die Messungen

Noch am selben Tag gehen alle gemeinsam durch das Gelände, um sich die wesentlichen Merkmale dieses Gebiets bewusst zu machen, d.h. wie verlaufen die Wege, wo sind Wald, Wiesen, Äcker, Bächlein, Häuser usw. An markanten Stellen werden nun Stäbe (Fluchtstäbe) gesteckt, die die Ecken eines das Gelände umschließenden Vielecks (Polygon) markieren. Auf dieses Polygon werden alle unsere Messungen bezogen, es ist das Skelett der zu erstellenden Karte.

Kompassaufnahme

Der erste Schritt zur Objektivierung der Maßverhältnisse ist die Kompassaufnahme. Durch eine Vorübung wird die Schrittlänge von jedem einzelnen bestimmt und dann schreitet die ganze Klasse – die Schritte zählend – alle Polygonseiten ab. Zusätzlich wird an jeder Polygonecke mit dem Kompass der Winkel der Seiten gegen Nord bestimmt. Das wird alles genau protokolliert. So ungenau das Verfahren erscheint, so liefert es durch die Mittelbildung der vielen Ergebnisse beim Zeichnen aus Strecke und Winkel gegen Nord ein Abbild des Polygons, das mit dem später exakt gemessenen oftmals recht gut übereinstimmt. So hat man schon am ersten Abend eine Vorstellung von der Form des Polygons und eine gute Übersicht für die Arbeitseinteilung der folgenden Tage.

Längen und Winkel

In den nächsten 2 bis 3 Tagen werden die Längen aller Polygonseiten und die Winkel in den Polygonecken gemessen. In beiden Fällen ist die Messmethode wie auch die Protokollierung der Zahlenwerte zwingend vorgegeben.

Bei der **Längenmessung** soll die Differenz zwischen Hin- und Rückmessung pro 100 Meter Länge maximal 3 cm betragen – auch in welligem Gelände. Das entspricht einem mittleren Fehler von 1,5 mm pro Lattenanlegung. Das ist mit Maßbändern nicht zu schaffen. Es werden zwei 5 Meter lange verschiedenfarbige Messlatten verwendet, die im Wechsel – horizontal ausgerichtet – exakt aneinandergelegt werden müssen. Bei Höhenunterschieden muss man mit einem Senklot arbeiten. Vorsicht: Die Lotschnur ist schon dicker als 1,5 mm!



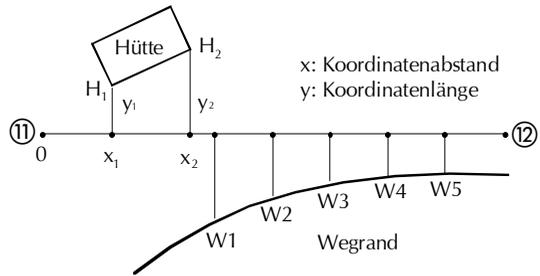
Bei der **Winkelmessung** verwendet man einen Theodolit (Siehe Titelbild). Es ist ein auf einem Stativ drehbar und neigbar montiertes Fernrohr, das mit einer horizontal ausgerichteten Winkelskala – mit sehr feiner Einteilung – verbunden ist. Steht der Theodolit genau über dem Fußpunkt einer Polygonecke, so kann der Winkel zwischen den benachbarten Polygonseiten dadurch bestimmt werden, dass die Stäbe an deren Endpunkten angepeilt werden. Als Ablesung am Instrument erhält man zwei Winkelskalenwerte, deren Differenz der gesuchte Winkel ist.

Aus diesen Messergebnissen kann nun das **Polygon** maßstäblich gezeichnet werden, indem man wechselnd die Seitenlängen und die Innenwinkel nacheinander abträgt. Die Freude ist groß, wenn der Endpunkt der Zeichnung mit deren Anfangspunkt übereinstimmt. Wir haben es schon geschafft bei einem Polygon mit 22 Ecken und einem Gesamtumfang von ca. 2000 Metern mit einer Differenz von 15 cm wieder anzukommen. Da müssen sich alle schon ganz schön anstrengen. Deshalb müssen die Fehlertoleranzen für die einzelnen Messungen eng gesteckt sein, denn Fehler können sich auch addieren.

Problem: Wenn auch nur **eine** Messung falsch ist, wird sich das Polygon nicht schließen. Aber welche Messung ist das? Man sollte also Gewissheit haben, dass jede einzelne Messung (Länge oder Winkel) richtig ist, das heißt, die Messung muss methodisch so angelegt sein, dass Fehler nach der Auswertung des Protokolls sofort erkannt werden können. Das ist bei allen Messverfahren, die in dem Buch FELDMESSEN von Wolf Altemüller beschrieben werden, möglich. Wenn also eine Gruppe fehlerhaft gearbeitet hat, zeigt sich das sehr schnell und eben diese Gruppe kann das in Ordnung bringen und braucht keinen anderen Kontrolleur.

Koordinierung

Die Gegebenheiten des Geländes müssen nun auf das Polygon bezogen werden. Das Verfahren heißt Koordinierung, manche nennen es auch – nicht ganz zutreffend – Feinmessung. Dabei wird ein Punkt im Gelände (Hausecke oder Baum) so bestimmt, dass man von dort lotrecht die Entfernung zur Polygonseite misst und gleichzeitig notiert, an welchem Punkt der Polygonseite das Lot trifft. Auf diese Weise kann man sich sehr schnell die interessanten Punkte der Landschaft auf das Messprotokoll übertragen.



Musste man bei den Längen- und Winkelmessungen mit größtmöglicher Präzision bei den Lattenanlegungen und bei den Einstellungen und Ablesungen am Theodolit arbeiten, so wird hier etwas ganz anderes gefordert. Es ist unsinnig einen Busch etwa so einzumessen: 9,85 m auf der Fluchtlinie, von dort 8,42 m bis zum Busch. Die Karte soll im Maßstab 1:1000 gezeichnet werden, d.h. 1 m in der Natur entspricht 1 mm auf der Karte. Einen Busch kann man gar nicht so genau bestimmen wie eine Hausecke. Also: Großzügig-genau: Bei 10 m auf der Flucht sind es 8,5 m zum Busch. Aber: Die im Gelände angefertigte Skizze mit all den Maßen und Bezeichnungen muss spätestens in der Reinschrift für jeden nachvollziehbar sein, damit alles richtig in die ganze Karte übertragen werden kann. Die Anforderung an die Genauigkeit verlagert sich hier auf die exakte und verständliche Skizze.

Andere Verfahren

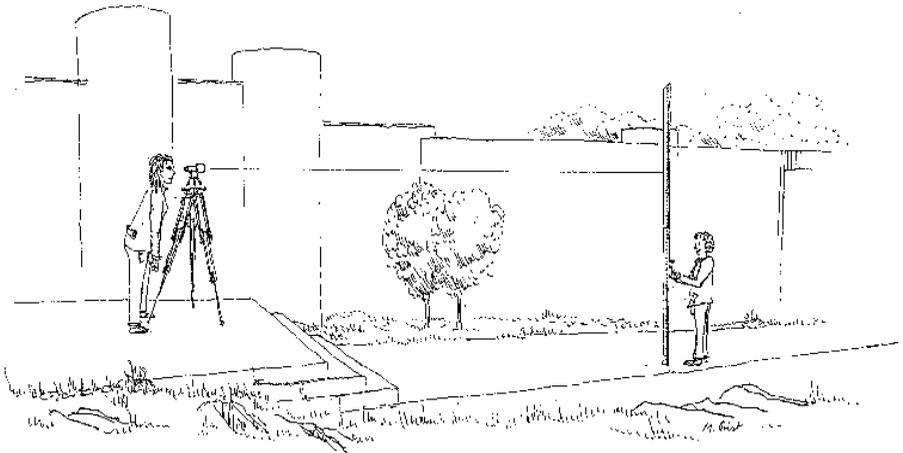
Es gibt noch weitere Verfahren um schnell weitere Geländepunkte zu bestimmen, wenn bestimmte Voraussetzungen gegeben sind: Gute Sichtbarkeit: Verlauf einer Straße. Einzelne Punkte werden von 2 Theodoliten (Abstand muss bekannt sein) nacheinander angepeilt (Trigonometrische Koordinierung). Hier müssen 2 Gruppen gut eingespielt miteinander arbeiten. Andere Möglichkeit: Wenn in einem einigermaßen ebenen Gelände eine Reihe von Punkten im Umkreis von ca. 60 Metern zu bestimmen sind, kann mit einem Theodolit und einer speziellen Messlatte, die jeweils an einem der Punkte aufgestellt wird, die Richtung und Entfernung zu dem Punkt gemessen werden. (Tachymetrische Koordinierung).

Die letzten beiden Verfahren liefern schnell viele Daten, die Protokolle sind etwas aufwändiger, bergen aber wieder die Möglichkeit der Fehlererkennung.

Höhenmessung

Vorweg: Die folgende Beschreibung bezieht sich nur auf die Bestimmung der Höhe von den Festpunkten im Vermessungsnetz und einigen weiteren markanten Punkten im Gelände. Höhenlinien sind in der zur Verfügung stehenden Zeit nicht zu machen.

Somit ist die Aufgabenstellung: von einem Punkt, dessen Höhe man kennt (oder als 0,00 m definiert) ausgehend, soll die Höhe eines weiteren, neuen Punktes bestimmt werden. Das geschieht mit einem Nivelliergerät und einer Messlatte mit Zentimetereinteilung. Blickt man durch das Fernrohr sieht man darin ein Fadenkreuz und alle Punkte die – auch bei Drehung des Fernrohres – dahinter zu sehen sind, haben dieselbe Höhe wie das Fadenkreuz, vorausgesetzt es ist nach der Aufstellung richtig justiert. Stellt man nun die Messlatte am bekannten Punkt auf und liest 1,5 m ab, so ist das die Zielungshöhe des Fernrohres. Stellt man dann die Messlatte auf einen tiefer liegenden Punkt, wird die Ableseung im Fernrohr einen größeren Wert ergeben, weil die Latte ja tiefer unter die Zielungshöhe „abtaucht“. Die neue Höhe ist so leicht zu bestimmen.



Durch Fortsetzung dieses Verfahrens kann man alle interessierenden Höhen im Gelände bestimmen – bezogen auf den Anfangspunkt. Kehrt man vom Endpunkt zurück zum Anfangspunkt sollte sich wieder die Anfangshöhe ergeben. Ist das nicht der Fall, ist die Differenz der Fehler der Messung. Die erreichbare Genauigkeit liegt auch bei 40 m Höhenunterschied bei wenigen Millimetern.

Die Höhenmessung ist das schwierigste Verfahren – obwohl es doch ganz einfach zu sein scheint. Zu viele Fehlermöglichkeiten lauern. Wird auch nur einmal etwas vergessen, kann die ganze Messung verdorben sein.

Die Karte

Alle diese Messungen sind nötig, um aus vielen Zahlen und einigen Skizzen ein Bild der Landschaft – unsere Karte – entstehen zu lassen. Zunächst geht es jedoch darum das Vermessungsnetz zu zeichnen und so auf dem Zeichenkarton zu positionieren, dass noch Raum bleibt für die Beschriftung und die Legende. Dann werden alle Festpunkte auf andere Blätter durchgestochen, damit jeder seine eigene Karte zeichnen kann. Die Verbindungslinien der Nadelstiche sind dann die Polygonseiten, von denen aus dann alle einzelnen Messpunkte abgetragen werden. Vor Ort müssen alle Karten als Bleistiftzeichnung fertig sein, die weitere Ausgestaltung geschieht zu Hause. Am Elternabend ist dann eine große Ausstellung und die Schüler berichten von ihren Arbeiten.

Zeichenerklärung



Landheim Berghorst

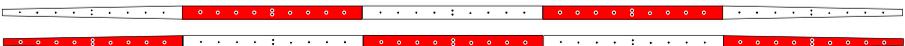
Ibach, Südschwarzwald Maßstab 1:1000

400 m

vermessen im September 1997 durch die Klasse 10a
der Freien Volkshochschule Engflberg



Bisher wurden die **Messverfahren** als solche – vereinfacht – geschildert. Von der Kompassaufnahme bis zur Höhenmessung gab es manches zu lernen. Die Anforderungen sind steigend und nicht jedem fällt es leicht, das alles in die Tat umzusetzen.



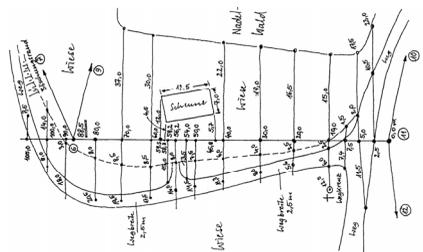
Die Ausführung – Wer macht was?

Die ganze Klasse ist in (bleibende) Gruppen eingeteilt. Meist 4 Personen in einer Gruppe. Nach Abschluss der **Kompassaufnahme** wird (am nächsten Tag) die eine Hälfte der Klasse in die **Längenmessung** und die andere Hälfte in die **Winkelmessung** eingewiesen. Das meiste geschieht am Gerät im Gelände. Dann bekommt jede Gruppe ein „L“- oder ein „W“- Protokoll auf dem die Aufgabe genannt ist, dann werden die Geräte geholt und los geht's. Die Messorte werden so gewählt, dass sich die Gruppen nicht gegenseitig stören. Je nach Klassengröße müssen die (6, 7 oder 8) Gruppen natürlich während der Messungen betreut werden. Es ist wohl einsehbar, dass *eine* Lehrkraft die Einweisung und die Betreuung nicht alleine bewältigen kann! Je nach Arbeitsfortschritt geschieht dasselbe am nächsten Tag noch einmal, wenn die Gruppen wechseln.

Nach Beendigung jedes Messauftrags müssen die Protokolle ausgewertet werden. Hierbei zeigt sich, ob gut gearbeitet wurde oder ob die Arbeit wiederholt werden muss. Die Gruppenmitglieder wissen oft sehr gut, an was oder an wem das gelegen hat und sie fänden es auch nicht gut, wenn der Lehrer das nicht bemerken würde. So ist eine Wiederholung meist kein Problem.

Bei einer differenzierten Geländestruktur wird man – um ökonomisch zu arbeiten – weitere Punkte und Streckenzüge in das Hauptpolygon einfügen, um dann von dort aus einen Weg oder eine Buschgruppe einzumessen. So kann es noch einige Zeit dauern, bis alle Längen- und Winkelmessungen abgeschlossen sind. Die Gruppen haben aber inzwischen Übung und müssen nicht mehr so betreut werden wie zu Beginn. Gruppen die schon fertig sind, können dann in das **Koordinieren** eingewiesen werden. Alles was jetzt gemessen wird, wird jeweils auf eine der Seiten des Vermessungsnetzes bezogen. Das Handwerkzeug sind zwei Maßbänder und ggf. ein Rechtwinkelinstrument. Häufig kann der Rechte Winkel von der Polygonseite zum Baum – ohne Genauigkeitsverlust – per Augenmaß geschätzt werden, was die Arbeit sehr beschleunigt. Nach dem Genauigkeitstraining bei den vorigen Messungen, fällt das manchem gar nicht so leicht. Man muss die Landschaft jetzt ganz anders betrachten.

Der nächste Schritt ist nun, die im Gelände entstandenen Skizzen in eine jedem verständliche Form zu bringen. Zwar wird hier noch keine Maßstäblichkeit angestrebt, doch muss klar sein, welches Zahlenpaar welchem Punkt zugeordnet ist.



Die Datensammlung

Jeden Tag kommen neue Messungen dazu, die auch neue Daten liefern, die ausgewertet und zugänglich gemacht werden müssen. Und so wächst der Papierstapel der Protokolle, zumal auch von einigen im Gelände entstandenen Aufschrieben Reinschriften erforderlich wurden. Alle Protokolle werden – nach Messverfahren sortiert – chronologisch abgelegt. Somit ist jede gesuchte Zahl ganz schnell auffindbar.



Schließlich sind alle Messungen geschafft, das Netz schließt sich, jeder hat sein Blatt mit den Nadelstichen der Festpunkte vor sich und nun muss die Karte entstehen. Punkt für Punkt muss aus den Protokoll-Skizzen übernommen werden, was draußen gemessen wurde.

Das **Kartenzeichnen** erfordert große Genauigkeit und viel Geduld. Es entsteht eine gute Arbeitsatmosphäre - nur unterbrochen von den Mahlzeiten.



Mahlzeiten – Hausdienst

Natürlich ist es angenehm, wenn man eine Unterkunft hat, bei der man sich um die Mahlzeiten nicht zu kümmern braucht. Aber fehlt da nicht etwas?

Zum Messen gehört auch das Essen und da ist es gut, wenn man sich selbst verpflegen kann. Immer eine Gruppe hat Küchen- und Hausdienst. Beginn: Nach dem Mittagessen, Ende: Mit dem Auftragen des Mittag-Essens am nächsten Tag. Dazu gehört Einkaufen, Essen zubereiten, ggf. Servieren, aber auch die Reinigung der allgemeinen Räume.

Besonders schön war es, wenn (z.B.) 2 Mütter dabei waren, die die Arbeiten einteilten. Wenn ein Schüler den Auftrag bekommt Tomaten zu waschen und er dann fragt, wo das Pril sei – oder wenn die Schülerin, die das Klavier abstauben soll fragt, wie man das macht, merkt man schon, dass die jungen Leute in bestimmten Bereichen doch noch Defizite haben. Es sind wichtige Erlebnisse, die die Jugendlichen machen, die zum ersten Mal für 30 bis 40 Personen für die Verpflegung zu sorgen haben. Welche Mengen sind zu verarbeiten? Salz für die Nudeln: eine Hand voll – ist das zuviel? Wann müssen die Kartoffeln aufgesetzt werden, damit sie pünktlich auf dem Tisch stehen? Wie lange dauert das Schälen? Ist für den Abend und das Frühstück noch genug Brot im Haus? Der Nachtschiff sollte schon längst angefangen sein, warum sind die beiden, die beim Bauern die Milch holen noch nicht zurück? Sie haben erlebt, wie ein Kalb geboren wurde ...

Es ist schon dringend erforderlich, dass mindestens eine – besser zwei – Erwachsene die ganze Zeit über sich dieser Aufgabe widmen. Alle, die es einmal gemacht haben, waren froh um diese Erfahrung sozusagen aus sicherer Entfernung bzw. ganz direkt eine solche Exkursion miterlebt zu haben. Natürlich kann man irgendjemanden „mieten“ der das macht aber wenn Eltern dabei sind, ist das viel besser. Hätten Sie nicht Lust einmal so eine Exkursion zu begleiten?

ZWISCHENSTOPP

Nach diesen Schilderungen, die wesentlich die Messverfahren und die Abläufe darstellten, soll nun auf einige Fragen eingegangen werden, die immer wieder gestellt werden. Es ließ sich nicht ganz vermeiden, dass Wiederholungen zu schon Geschriebenen vorkommen. Die Reihenfolge ist weitgehend beliebig.

Für weitere Fragen: Sie erreichen mich über: info@feldmessen.de

Warum werden die Messungen mit Geräten und Methoden des letzten Jahrhunderts durchgeführt?

Auch wenn Sie uns viel Geld geben würden, damit sich die Schule endlich mal anständige Radar-Längenmessgeräte anschaffen könnte wäre das ganz und gar nicht das, was wir wollen. Das wäre dann etwa so: Nebst dem zugehörigen Computer müsste man einen Sender = Empfänger aufstellen, am anderen Ende der Strecke einen Reflektor und wenn man dann auf den Knopf gedrückt hat, steht schon die auf wenige Millimeter genau gemessene Entfernung auf dem Bildschirm. Das ist doch was! Natürlich – aber was wurde dabei gelernt?

Andere Szene: Ein Messtrupp von 5 Personen bekommt den Auftrag eine etwa 130 Meter lange Strecke in welligem, leicht abschüssigen Gelände zu messen. Ausrüstung: 2 **Messlatten** je 5 m lang, 1 Lot, 1 Wasserwaage, einige Fluchtstäbe und ein Protokollformular. Anforderung: Die Differenz von Hin- und Rückmessung darf nur 3 bis 4 cm betragen. Das sind 26 Lattenanlegungen. Das gelingt nur, wenn die Gruppe harmonisch zusammenarbeitet und sich keinen einzigen Fehler leistet. Sie müssen ein eingespieltes Team sein. Das gelingt noch nicht bei der ersten Messung obwohl es doch ganz einfach zu sein scheint. Wenn es aber gelingt ist es ein befreiendes Erlebnis. Gerade deshalb hat die Lattenmessung einen hohen pädagogischen Wert. Hierbei wird manches „gerade gerückt“. – Lattenmessung hat handwerklichen Charakter.

Bei den älteren optischen Instrumenten sind Aufbau und Funktion viel leichter zu erkennen als bei den modernen Geräten. Die Ablesung erfolgt anschaulich über Skalen und Nonien. Die Genauigkeit ist oft gut genug für unsere Zwecke.

Modernere Geräte sind durch ihre gekapselte Bauweise einerseits robuster, andererseits haben sie ein empfindliches „Innenleben“ um eine bequeme Ablesung zu ermöglichen. Das alles hat seinen Preis. So sind an vielen Schulen Instrumente im Einsatz, die von den Vermessungsämtern abgegeben wurden.

Das Winkelmessen ist eine Tätigkeit, die meist sehr gerne gemacht wird. Sie hat einen „akademischen“ Charakter.

Fazit: Feldmessen ist kein Lehrgang für angehende Vermessungsingenieure. Unser Anliegen ist, dass die Jungen und Mädchen indem sie messend in der Landschaft tätig sind, eine Menge über sich selbst erfahren, über ihre kognitiven und sozialen Fähigkeiten. Und dafür sind die Gerätschaften allemal gut genug.

Anmerkung: Durch unermüdlichen Einsatz – auch über seine aktive Zeit hinaus - hat Christian Schemmann (Kassel) viele Schulen bei der Gerätebeschaffung beraten, die heute eine sehr gute Ausstattung haben.

Warum sollte die Unternehmung mindestens 9-12 Tage aber auch nicht länger als 14 Tage dauern?

Alle die oben genannten Messverfahren sind notwendig, um eine Karte, einen Lageplan zu erstellen. Es genügt nicht, eine Sache einmal gemacht zu haben um es dann zu können. So müssen auch entsprechend viele Aufgaben möglich sein und das bedingt bei großen Klassen das auch ein genügend großes Gelände, damit die Gruppen sich nicht gegenseitig stören. In 9 bis 12 Tagen ist das zu schaffen. Die Spannung, die eine solche Unternehmung braucht, auch 14 Tage lang durchzuhalten ist nicht leicht. Es kommt nichts Neues mehr dazu.

Das sind (scheinbar) äußere Gründe. Was geschieht denn in der Zeit in der man herausgelöst ist aus der üblichen Alltäglichkeit? Nun gilt es sich in der Gruppe zu bewähren, im Team zu arbeiten. In der Gruppe sind nicht unbedingt die besten Freunde. So kommt es – besonders in den ersten Tagen – zu Reibereien verschiedenster Heftigkeit. Diese Krise muss durchgestanden und überwunden werden. Es ist eine Situation in der sich die Gemeinschaft der Klasse und manche persönlichen Beziehungen wandeln. Das braucht auch ein paar Tage Zeit. Wenn eine Exkursion zu kurz ist, nimmt man die „Krise“ mit nach Hause. – Soziale Prozesse sind nicht komprimierbar –.

Warum feste Gruppen?

Die Einteilung der Gruppen, die etwa 10 Tage miteinander arbeiten sollen, ist eine heikle Angelegenheit. Es ist ein Eingriff in das Sozialgefüge einer Klasse. Macht der Lehrer alleine die Vorschläge, so wird er vermutlich feststellen, dass er dieses Sozialgefüge zu wenig kennt. Überließe man die Einteilung alleine der Klasse, so ergäben sich völlig heterogene Zusammenstellungen, die nur teilweise arbeitsfähig sind. Erfolgreich war schließlich einige plausible Bedingungen zu benennen und dann in Gemeinsamkeit mühsam die Gruppen zusammenzustellen. Die Bedingungen: In jeder Gruppe sollten die Fähigkeiten ausgewogen sein – sollten möglichst 2 Jungen und 2 Mädchen sein. Sie müssen die ganze Zeit über zusammenbleiben. Es darf bei den Vorschlägen keine Gruppe von Leuten übrig bleiben, die niemand haben will! Das ist die schwerste aber auch die wichtigste der Bedingungen. Und schließlich hat nur **der** Vorschlag eine Chance angenommen zu werden, dem ausnahmslos **alle** zustimmen. – Wenn die Arbeit dann begonnen hat, kommt oftmals etwa am 3. Tag die Bitte: „Darf ich bitte in die Gruppe von Peter wechseln, die Eva würde gerne mit mir tauschen?“ Es ist wohl leicht verständlich, dass man solchen Bitten, nur im „Katastrophenfall“ nachgibt. – Wenn es in der Gruppe keine „Könige“ und keine „Skaven“ gibt, d.h., dass alle aufeinander achten, helfen und sich helfen lassen, entsteht ein guter Teamgeist.

Warum kann man FM nicht zu Hause machen?

Wie soll das gehen? Wo ist das zu messende Gelände? Müssen die Gerätschaften transportiert werden? Wo ist der Ort wo die Besprechungen stattfinden? Wie viel Zeit bleibt auf dem Weg? Es bleibt keine Zeit die Gemeinschaft der Klasse neu zu bilden oder zu erleben. Die Unternehmung verkommt zum nur fachlichen Lehrgang. Der Abend wird privat verbracht. Und wenn es schlecht läuft, sitzt abends der Lehrer und wertet Protokolle aus. Nein – bitte nicht so!

Warum müssen so viele Lehrer (Erwachsene) die Exkursion begleiten?

Der Mathematiklehrer und eine zweite Person, die die Messungen erklären und betreuen kann. (Das kann ein Kollege oder ein Student sein.) Der Klassenbetreuer sollte auf jeden Fall dabei sein. Es gibt oft Probleme, bei denen seine Anwesenheit sehr wichtig ist. Wenn eine Frau diese Aufgabe hat, muss natürlich keine weitere weibliche Aufsichtsperson dabei sein. Und dann braucht die Küche auch noch jemand – oft eine oder zwei Mütter aber auch Väter und Studierende haben da schon mitgeholfen.

Welche mathematischen Anforderungen sind für das FM nötig?

Um die Messungen im Gelände auszuführen und die Protokolle auszuwerten kommt man mit den 4 Grundrechenarten sehr weit. Dreiecksberechnungen erfordern Kenntnisse in Trigonometrie. Arbeitet man mit den oben beschriebenen Verfahren (Polygone), sind trigonometrische Berechnungen die Ausnahme. Somit können die Tage im Gelände voll genutzt werden um sich bei den Messungen üben zu bewähren. Kehrt man in die Schule zurück, hat man einen reichen Schatz an Aufgabenstellungen aus dem Gelände und kann damit in die Trigonometrieepoche mit erlebten Beispielen einsteigen. Erst Tun – dann Begreifen!

Anders sieht das aus, wenn so vermessen werden soll, dass das ganze Gelände nur mit Dreiecken überzogen wird. (Siehe hierzu auch die Antwort zum Stichwort „Landesvermessung“). Nach verhältnismäßig kurzen Messungen am Theodolit, folgen viele Dreiecksberechnungen, deren Ergebnisse dann auch in den weiteren Rechnungen verwendet werden. Zu leicht schleichen sich Fehler ein, die mitgeschleppt werden und das ganze „Gebäude zum Einsturz“ bringen. Tagelange Rechenarbeit, unsichere Ergebnisse, keine oder wenig Selbsterfahrung beim Messprozess. Das kann es nicht sein.

Warum ist es so wichtig, dass Messfehler gleich erkannt werden?

Jede Art der Messung (Längen, Winkel, Höhen usw.) verlangt vom Ausführenden einerseits Geschicklichkeit andererseits eine zuverlässige Übermittlung der abgelesenen Daten für das Protokoll. Wenn die Gruppe gut zusammenarbeitet und jeder den Ablauf der Arbeit überblickt, entstehen gute Ergebnisse. Oft genügt schon eine kleine Unaufmerksamkeit, die das Ergebnis in Frage stellt. Durch ein bestimmtes methodisches Vorgehen (es müssen auch Zwischenwerte abgelesen werden) und dessen Protokollierung können die meisten Fehler gefunden werden. Es ist nun Ermessenssache, ob das hinnehmbar ist oder nicht.



Manche Gruppe hat auch schon versucht, sich im Gras zu sonnen und die 2. Messung anhand der 1. Messung zu rekonstruieren. Mangels Übung kommt der Schwindel meist auf. Die Messung muss wiederholt werden. Erst wenn alles stimmt ist die Sache erledigt. Das ist oft ein sehr heilsamer Prozess, wenn die Beteiligten ihre Arbeit so gespiegelt sehen. Eine zweite Gruppe soll die „Kontrollmessung“ machen? Wer hat recht? Hier entsteht seelisch eine ganz andere Situation – der „Spiegel“ fehlt.

Wenn bei der Zusammenstellung aller Daten, die für die Konstruktion des Netzes erforderlich sind, falsche Werte dabei sind, ist das den Zahlen nicht anzusehen. Das kann erheblichen Ärger machen. Deshalb muss sicher sein, dass nur richtige Werte in die Zusammenstellung kommen. Das heißt aber auch, dass nach Beendigung jeder Messung eine Qualitätsaussage erforderlich ist.

Verlust und Beschädigung von Geräten - Wie geht man damit um?

Leider geschieht es immer wieder, dass Dinge, die zum Messen gebraucht werden, verloren gehen oder beschädigt werden. Wo liegen die Ursachen dafür? Gedankenlosigkeit – Ungeschicklichkeit – unsachgemäße Bedienung? Hier ist zunächst der Lehrer gefordert bei der Übergabe der Geräte. Einfaches Beispiel: Nach kurzer Zeit sind schon die ersten Maßbänder kaputt. Wenn ein Auto über ein Maßband fährt geschieht es. Der Lehrer hatte es nicht ausdrücklich erklärt. Nun gut – die Handhabung der optischen Instrumente wird allgemein besser erklärt. Verlorene Senklote werden wiedergefunden, wenn sie eine Nummer haben. Wie das? Bei der Materialausgabe ist das notiert und so ist auch klar, wer suchen muss. Ohne diese eingravierte Nummer bekommt man zur Antwort: „Wir haben es abgeliefert“. – Dass mal ein Fluchtstab bricht kommt auch vor (Altersschwäche), wenn er aber etwa 25 cm über dem Boden bricht war ein Speerwurf schuld. Hier ist der Griff in die Taschengeldkassette angesagt. Wer mit genügendem Nachdruck auf all diese Dinge hingewiesen hat, hat nach der Exkursion keine oder nur wenige Reparaturen auszuführen.

Warum keine „Landesvermessung“?

In einigen Schulen hat sich eingebürgert die Vermessung im Gelände weitgehend mit Winkelmessungen mit dem Theodolit und mit möglichst wenigen Längenmessungen auszuführen. Das heißt, man überzieht das zu messende Gelände mit einem Netz aus lauter Dreiecken. Das ist das Verfahren der **Landesvermessung**. Das hat seine Berechtigung, wenn eine direkte Längenmessung gar nicht möglich ist (bebautes Gelände) oder große Distanzen zu überwinden sind. Für die kleinräumigen Gegebenheiten, die für eine Feldmessunternehmung in Frage kommen, ist das ein viel zu grobes Werkzeug. Selten wird es gelingen, die aneinander geketteten Dreiecke so zu legen, dass deren Seiten in der Nähe der einzumessenden Objekte liegen. Also noch mehr und noch kleinere Dreiecke? Nein! Das würde noch mehr Rechenarbeit bedeuten.

Mit **Polygonen** kann man wesentlich rationeller arbeiten. Die einzelnen Streckenzüge schmiegen sich an die Gegebenheiten der Landschaft so an, dass man bei der Aufnahme der Einzelheiten (Wege, Büsche, Bäume, Ackergrenzen, Häuser usw.) fast keine Arbeit mehr hat. – Aus den gemessenen Längen und den Winkeln zwischen zwei benachbarten Strecken lassen sich die Polygonpunkte mit Winkelmesser und Lineal auf dem Papier absetzen. Mit sorgfältigem Zeichnen kann man hier zu sehr schönen Ergebnissen kommen. Und wenn es nicht stimmt, wenn sich das Polygon nicht schließt? Dann kann man meist sehr schnell erkennen, ob es ein Längen- Winkel- oder Zeichenfehler ist. Und wenn die Winkelsumme aller Polygoninnenwinkel bis auf wenige Winkelminuten stimmt, hat man den Fehler meist schnell gefunden.

Anders bei dem zuerst genannten Verfahren. Mir ist ein Fall bekannt – sicher nicht der einzige – bei dem eine fünfeckige Wiese gemessen werden sollte, die sich über einen Hügel erstreckte, so dass immer nur ein Teil der Eckpunkte von den anderen Ecken sichtbar war. Dazu wurde **eine** Länge gemessen, alle anderen Längen sollten über die Winkelmessungen bestimmt werden. Das war überhaupt nur dadurch möglich, dass noch ein Hilfsstab H auf dem Hügel gesteckt wurde, der von allen 5 Eckpunkten gesehen werden konnte. So ergaben sich 5 Dreiecke, die sich alle um den Punkt H scharten. Nun gab es wirklich viel zu rechnen. Zwei Messtrupps sollten sich gegenseitig kontrollieren. Es wurde mit den jeweils selbst gemessenen Winkelwerten und 2 verschiedenen Basislängen gerechnet. Aber ist das eine Kontrolle? Wer hat recht, wenn die Werte nicht übereinstimmen? Dieses „Abenteuer“ hat 5 Tage gedauert (mit einigen Nachmessungen), bis sich eine ungefähre Übereinstimmung ergab. Schade!

Übrigens: Bei diesen Berechnungen dürfen keine Fehler gemacht werden, weil die Ergebnisse in den neuen Berechnungen weiterverwendet werden! Kette!

Aufteilung des Geländes in Messgebiete?

Eine andere Sache hat sich auch verbreitet: Das zu vermessende Gebiet wird entsprechend der Anzahl der Arbeitsgruppen in einzelne Gebiete eingeteilt. Jede Gruppe soll ungefähr während der gesamten Aufenthaltsdauer alle in diesem Gebiet anfallenden Messungen durchführen und die Verantwortung dafür übernehmen. Die Ergebnisse sollen einer Expertengruppe übergeben werden, die sich um die weitere Planung und Arbeitsvergabe kümmert.

Drei Fragen können vielleicht auf die Antwort hinführen: **1.** Was ist, wenn das „Gebiet“ nur eine Wiese ist? Es drängt sich der Begriff „Messghetto“ auf. - **2.** Kann jemand in diesem Lebensalter Verantwortung übernehmen für eine komplexe Angelegenheit, die ihm völlig neu ist? - **3.** Wer oder was sind die Experten? Braucht eine solche Unternehmung eine Verwaltungshierarchie?

Natürlich müssen die Messungen dokumentiert, sortiert, kontrolliert und greifbar sein. Das kann jeder machen – vielleicht gibt es auch einmal Langeweile und jemand möchte es gerne machen. Das sind Einzelheiten. Der Leiter der Exkursion muss dafür sorgen, dass die Schüler erkennen, dass die Abläufe und Anforderungen sinnvoll strukturiert sind. Beliebigkeit hat hier keinen Platz.

Karte so zeichnen, wie sie gemessen wurde oder alle Punkte errechnen?

Alle Messdaten die im Gelände gesammelt wurden, um den Ort der interessierenden Objekte zu bestimmen, müssen nun zu einem Kartenbild verarbeitet werden. Das kann auf verschiedene Weise geschehen. Das Skelett dafür ist unser Vermessungsnetz, das aus einem oder mehreren Polygonen besteht. Die Summe aller Innenwinkel ist ein leicht zu berechnender Wert und muss ein

Vielfaches von 90 Grad (oder 100 Gon) sein. Wenn das stimmt, kann das Netz entweder durch Zeichnung oder Rechnung bestimmt werden, das heißt, durch Konstruktion mit Lineal und Winkelmesser oder durch Berechnung der Punkte (x/y) in einem beliebig gewählten Koordinatensystem.

Zeichnung: Ein gutes Lineal, ein großer Vollkreis-Winkelmesser, ein Zirkel und ein guter spitzer Zeichenstift sind die notwendigen Utensilien. Nun zeichnet man im Wechsel aufeinanderfolgend die Strecken und Winkel des Polygons. Wenn alles gut geht, fallen Anfangspunkt und Endpunkt zusammen, wenn nicht, kann man mit einiger Übung meist schnell erkennen, ob es sich um einen Zeichenfehler oder einen Messfehler handelt und wo er zu suchen ist. Die Kontrollpeilungen quer durch das Polygon sind hier eine große Hilfe. So entsteht zunächst einmal das Vermessungsnetz auf dem Papier.

Rechnung: Der rechnerische Aufwand hierfür ist nicht unerheblich, aber für eine begrenzte Anzahl von Punkten machbar. Gibt man die Längen- und Winkelwerte in ein Computerprogramm ein, hat man die Ergebnisse sehr schnell und ohne Rechenfehler*. Auf einem genügend großen Bogen Millimeterpapier kann man nun die Polygonpunkte – $P(x/y)$ – eintragen und mit Durchstechen auf Zeichenkarton übertragen. *Die Differenz zwischen Anfangs und Endpunkt ist die Summe der Messungenauigkeiten, wenn kein grober Fehler vorliegt.

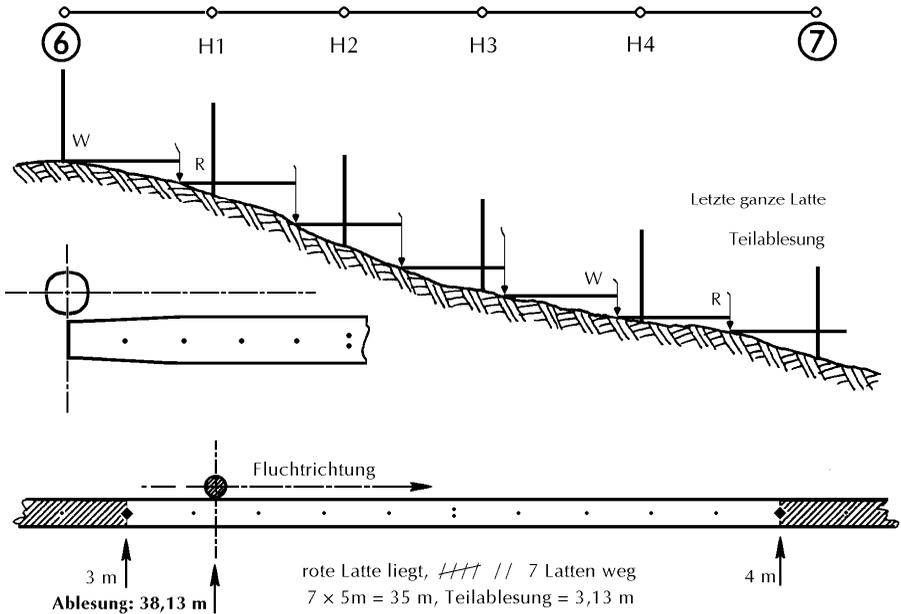
Wohlgermerkt: Bisher war nur die Rede vom **Vermessungsnetz**. Macht es einen Unterschied, ob man Länge und Winkel in der Folge abträgt und „ankommt“ – oder ob man für jeden Punkt des Netzes die Koordinaten per Rechenprogramm bekommt, die nun nur noch aufzusuchen sind und die in der richtigen Weise miteinander verbunden werden müssen. Wirklichkeit geht verloren.

Die **Objektpunkte** im Gelände wurden gefunden indem der kürzeste Abstand (Lot) zwischen Punkt und Polygonseite (Lotfußpunkt) bestimmt wurde. Genau so wird das auch auf dem Papier nachvollzogen. Man könnte auch die Koordinaten aller Objektpunkte im gewählten Koordinatensystem bestimmen. Der rechnerische Aufwand ist aber erheblich.

Eine Karte ohne wesentliche Rechnung rein zeichnerisch „aufzubauen“ oder „wachsen zu lassen“ entspricht doch viel mehr dem Lebensgefühl, das man hat, wenn man sich die Landschaft „erobert“. Was einem die moderne Welt an Wert oder Unwert bringt, erkennt man leichter, wenn man das Alte kennt.

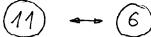
Elternabend

Wie der Elternabend gestaltet wird, wird durch die „Heimkehrer“ bestimmt. Sicher werden aber alle entstandenen Karten da sein (müssen). Sie werden recht unterschiedlich aussehen und auch unterschiedlich genau sein. Was sie spiegeln, muss nicht ausgesprochen werden – jeder kann es sehen.



Längenmessung

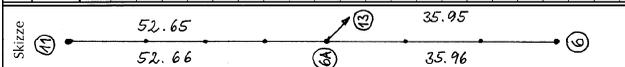
12.09.00	4	L 13
Datum	Gruppe	Wochennummer
Anne Jansen	Original	
Projektleiter	Original - Abschrift	
Blatt:		
Von diesem Blatt gibt es eine Abschrift:		



Instrumente: ML 53 LR 4 Lot 7 GFS

Punkt Stab	Länge L m	Rückmessung	
		Differenz ΔL	AAI R-H
⑥	0,00	9,75	-1
H5	9,75	11,76	+1
H4	21,51	14,44	+1
⑥A	35,95	11,35	0
H3	47,30	13,25	-2
H2	60,55	15,24	0
H1	75,79	12,81	+1
⑪	88,60		
		88,60	-2

Farbe der 1. Latte: W // 4H 4H
 // //
 Letzte GANZE Latte: //
 17 ganze 5m-Latten = 85,00m
 + Teilablesung letzte Latte: 3,60m
 = gesamte Streckenlänge: 88,60m



⑪ - ⑥ 88,61
 ⑪ - ⑥A 52,66
 ⑥A - ⑥ 35,96

Punkt Stab	Länge L m	Hinmessung	
		Differenz ΔL	AAI
⑪	0,00	12,80	
H1	12,80	15,34	
H2	28,04	13,28	
H3	41,31	11,35	
⑥A	52,66	14,43	
H4	67,09	11,77	
H5	78,86	9,76	
⑥	88,62		
		88,62	

Farbe der 1. Latte: W // 4H 4H
 // //
 Letzte GANZE Latte: //
 17 ganze 5m-Latten = 85,00m
 + Teilablesung letzte Latte: 3,62m
 = gesamte Streckenlänge: 88,62m

Bestellnummer: L © Wolf Altmüller 73650 Winterbach ☎ <http://www.feldmessen.de>

Gefertigt: Daniel	Nachgerechnet: AH	Gesehen: AH
-------------------	-------------------	-------------

Winkelmessung

13 09 00	2	W 12
<small>Datum</small>	<small>Gruppe</small>	<small>Protokollnummer</small>
Walter Braun		1. Abschrift
<small>Protokollführer:</small>		<small>Original: Abschrift</small>
Blatt:		
Von diesem Blatt gibt es eine Abschrift:		

* an ⑥ → ⑦, ⑨, ⑪, ⑤ und * an ⑦ → ⑧, ⑥
jeweils in 2 Sätzen

Instrumente:		[360°] [DRC] - Theodolit Nr.:										Bemerkungen	Skizze		
Stützpunkt	Satz	Skalenablesung				Mittel aus beiden Fernrohrlagen		Reduziertes Mittel oder Winkel		Mittel aus den Sätzen					
Zeitpunkt		1. Fernrohrlage		2. Fernrohrlage											
6	1	7	14	52,00	194	52,30	14	52,15	0	00	00				
	9	53	16	30	233	17,00	53	16	45	38	24		30		
	11	127	31	30	307	31	30	127	31	30	112		39	15	
	5	205	10	30	25	11	00	205	10	45	190		18	30	
	7	14	52,00	/	/	/	/	/	/	/	/		/	/	
2	7	108	41	00	288	41	00	108	41	00	0		00	00	
	9	147	05	30	327	06	00	147	05	45	38		24	38	
	11	221	21	00	41	20	30	221	20	45	112		39	30	
	5	298	59	30	119	00	30	299	00	00	190		18	45	
	7	108	41	00	/	/	/	/	/	/	/		/	/	
7	1	8	317	12	00	137	13	00	317	12	30		151	40	45
	6	108	53	30	288	53	00	108	53	15					
2	8	263	34	30	83	33	30	263	34	00	151		39	30	
	6	55	13	00	235	14	00	55	13	30	151		40	08	

Bestellnummer: W © Wolf Alternüller 73650 Winterbach http://www.feldmessen.de **Fens S.** **AL.**

Zu den Abbildungen:

Seite 18: Schema einer Längenmessung. Zwischenablesung. Längenprotokoll
Seite 19: Winkelprotokoll. Unten: Letzter Vergleich von Zeichnung und Natur.



Liebe Eltern, liebe Leser. –

Hoffentlich ist es mir gelungen, Ihnen einen kleinen Einblick zu geben in das, was sich in den Tagen der gemeinsamen Arbeit im Gelände ereignet. Vielfältige Tätigkeiten müssen sachgerecht und möglichst fehlerfrei ausgeführt werden. Alle Unzulänglichkeiten bei der Arbeit werden durch die Sache „gespiegelt“ und erst wenn sich alles ineinanderfügt und mit der Realität übereinstimmt, ist die Arbeit getan. Für viele ehemalige Schüler war das Feldmesspraktikum ein zentrales Ereignis in ihrer Schulzeit, auf das sie mit Befriedigung zurückschauen.

Feldmessen

ist mehr, als nur den Umgang
mit den Geräten zu erlernen.

Feldmessen

ist eine pädagogisch-soziale Unternehmung.

Feldmessen

kann helfen Selbsterkenntnis zu gewinnen.

